

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 735 991

(21) N° d'enregistrement national : 96 06755

(51) Int Cl⁸ : B 01 D 61/56, 53/32, C 25 B 1/04

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31.05.96.

(30) Priorité : 30.06.95 JP 16528895; 16.10.95 JP
26726095.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 03.01.97 Bulletin 97/01.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI
KAISHA KABUSHIKI KAISHA — JP.

(72) Inventeur(s) : MITSUDA KENRO, MAEDA HIDEO,
YAMAUCHI SHIRO, MORIGUCHI TETSUO, YASUDA
MASARU et HANADA TAKEAKI.

(73) Titulaire(s) :

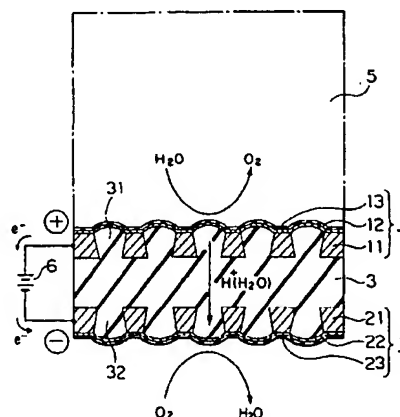
(74) Mandataire : CABINET WEINSTEIN.

(54) DISPOSITIF FONCTIONNEL ELECTROLYTIQUE ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL DISPOSITIF.

(57) La présente invention concerne un dispositif fonction-
nel électrolytique et un procédé de fabrication d'un tel dis-
positif.

Le dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend notam-
ment un film d'électrolyte solide en polymère (3), deux ba-
ses (11, 21) ayant des trous traversants (31, 32) formés
dans celles-ci et des couches de catalyseur (12, 22) for-
mées afin de revêtir des surfaces externes des deux bases
(11, 21) et les surfaces des parties du film (3) sont présen-
tes dans les trous (31, 32) pour favoriser les réactions élec-
trolytiques de gaz externe ou de molécules de liquide.

L'invention trouve application notamment pour déshumi-
difier l'atmosphère.



FR 2 735 991 - A1



BEST AVAILABLE COPY

La présente invention concerne un dispositif fonctionnel électrolytique utilisant un film d'électrolyte solide en polymère et un procédé de fabrication d'un tel dispositif.

5 La figure 14 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique inventé par Fujita, et al. qui est décrit dans les brevets japonais mis à la disposition du public No. 60-114325 et No. 61-216714, par exemple, et est
10 applicable à un dispositif de déshumidification ou analogue. Cet art antérieur est sensé représenté un exemple d'application où le dispositif fonctionnel électrolytique est utilisé pour retirer de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.

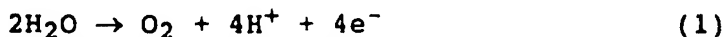
En figure 14, désignée par le chiffre de référence 1
15 est une anode, 2 est une cathode, 3 est un film d'électrolyte solide en polymère, 4 est un collecteur de courant, 5 est une chambre de déshumidification et 6 est une alimentation en courant continu externe. Comme exemple d'utilisation pratique, un dispositif fonctionnel électrolytique adapté
20 pour empêcher la condensation dans une unité électronique semi-hermétique est décrit dans Proceedings of the 59-th Meeting, Electrochemical Society of Japan, page 36 (Yamauchi et al., Lecture No. 3A31, publié le 19 Mars 1992). Le film d'électrolyte solide en polymère 3 est formé par exemple de
25 Nafion-117 de Du Pont Co. et a une épaisseur nominale d'environ 170 μm . Du platine est plaqué sur les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère 3 par un procédé connu tel qu'un procédé de placage non électrolytique (brevet japonais mis à la disposition du
30 public No. 57-134586) proposé par Torikai et Al., par exemple. Un corps joint par électrode-film est maintenu entre les collecteurs du courant 4 qui sont formés, par exemple, d'une grille de titane ou de tantale déployée recouverte de platine. Un ensemble résultant est monté dans
35 un cadre en résine ou analogue et fixé à sa périphérie au cadre au moyen d'un adhésif ou analogue. Ensuite, le dispositif est complété en établissant un scellage étanche

au gaz et une connexion électrique à l'alimentation en courant continu externe 6.

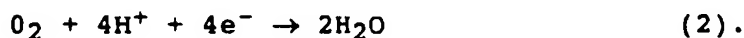
Le fonctionnement du dispositif fonctionnel électrolytique ainsi construit sera maintenant décrit.

5 A l'anode 1, par l'énergie électrique fournie par l'alimentation en courant continu externe 6, de l'eau est électrolysée et la réaction de la formule suivante (1) se produit, de la sorte l'humidité dans la chambre de déshumidification 5 est abaissée.

10



Des ions d'hydrogène (H^+) produits à partir de la réaction atteignent la cathode 2 à travers le film d'électrolyte solide en polymère 3 et des électrons produits
15 (e^-) atteignent la cathode 2 par le circuit externe. A la cathode 2, de l'oxygène est consommé pour produire de l'eau sur la base de la réaction de la formule suivante (2).



20

Egalement, une partie des ions d'hydrogène (H^+) devient de l'hydrogène sur la base de la réaction de la formule suivante (3).



De plus, environ trois molécules d'eau en moyenne sont transférées avec l'ion hydrogène (H^+) de l'anode 1 à la cathode 2. Ainsi, non seulement de l'eau est produite sur la
30 base de la réaction de la formule (2) à la cathode 2, mais également de l'eau en excès est placée de l'anode à la cathode 2, abaissant de la sorte l'humidité dans la chambre de déshumidification 5.

Le dispositif fonctionnel électrolytique de l'art
35 antérieur ayant la structure comme expliqué ci-dessus s'accompagne du problème d'augmenter le poids et la dimension du dispositif, car on exige d'appliquer une pression plane à

5 tout l'ensemble pour amener l'anode 1 et la cathode 2 en contact proche avec les collecteurs de courant 4 et de ce fait d'employer des plaques de retenue 7 et des moyens de retenue tels que des vis 8 et des écrous 9 pour appliquer la pression plane.

Au vu de ce qui précède, un procédé pouvant maintenir l'anode 1 et la cathode 2 en contact proche avec les collecteurs de courant 4 sans appliquer la pression plane à tout moment a été inventé comme décrit dans le brevet japonais mis à la disposition du public No. 6-63343 déposé par le même déposant que celui de l'invention.

La figure 15 est une vue en coupe partielle d'un mode de réalisation décrit dans la description du brevet japonais mis à la disposition du public No. 6-63343.

15 En figure 15, une anode 1 comprend une base poreuse 1A réalisée en fibres d'acier et une couche de catalyseur 1B contenant du platine. De façon similaire, une cathode 2 comprend une base poreuse 2A et une couche de catalyseur 2B contenant du platine. Les couches de catalyseur 1B et 2B sont
20 des films minces et distribuées en trois dimensions respectivement dans les bases 1A et 2A. En figure 15, des lignes en forme d'onde représentent les couches de catalyseur 1B et 2B distribuées en trois dimensions dans les bases 1A et 2A. Désigné par 3 est un film d'électrolyte solide en polymère maintenu entre l'anode 1 et la cathode 2, de telle
25 manière à s'engager dans celles-ci.

Les couches de catalyseur 1B et 2B contenant du platine sont formées en revêtant une pâte constituée de poudre de platine et d'un liant sur les bases 1A et 2A, suivi d'un
30 séchage de la pâte revêtue. Alternativement, les couches de catalyseur 1B et 2B peuvent être formées en revêtant un film mince formé d'un mélange malaxé de poudre de platine et de résine sur le film d'électrolyte solide en polymère 3 ou plaquant du platine sur le film d'électrolyte solide en
35 polymère 3 en utilisant le procédé de placage non électrolytique ou analogue.

Un tel dispositif fonctionnel électrolytique est fabriqué par un procédé comprenant les étapes de placer les bases poreuses 1A, 2A réalisées en fibres pures sur lesquelles les couches de catalyseur 1B, 2B ont été revêtues et séchées, sur les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte en polymère 3 et joignant les composants ensemble par pressage à chaud à 190°C et 50 kgf/cm². En observant la coupe d'une pièce d'échantillon du dispositif par un microscope à balayage électronique, il a été confirmé que le film d'électrolyte solide en polymère 3 s'engage dans les deux bases 1A, 2A, et, simultanément, les couches de catalyseur 1A, 2B s'engagent dans le film d'électrolyte solide en polymère 3 d'une profondeur d'environ 50 µm et également que les couches de catalyseur 1B, 2B sont déformées et distribuées en trois dimensions en un motif irrégulier.

Le dispositif fonctionnel électrolytique ayant la structure telle que mentionnée ci-dessus ne nécessite plus de moyens de retenue qui étaient essentiels dans le dispositif de l'art antérieur de la figure 14 et a réussi à simplifier la structure. Un examen de la stabilité en durée sur une longue période de temps, cependant, a prouvé qu'une tendance des bases 1A et 2A à s'enlever ou s'écailler est graduellement augmentée dans le temps et la performance est abaissée de façon correspondante. Comme autre découverte, la tendance des bases 1A et 2A à se détacher a été augmentée pour les raisons que des particules de catalyseurs présentes dans les couches de catalyseurs 1B, 2B servent comme moyens favorisant le relâchement et les collectes d'humidité près des particules de catalyseur présentes dans les couches de catalyseur 1B, 2B pour favoriser l'écaillement des bases. Si l'anode 1 ou la cathode 2 se détache de la base 1A ou 1B, aucun courant n'est collecté et le dispositif fonctionnel électrolytique ne peut plus fonctionner correctement.

Les dispositifs fonctionnels électrolytiques de l'art antérieur ainsi conçus ne sont pas satisfaisants en utilisation pratique. Plus spécifiquement, la structure représentée en figure 14 s'accompagne du problème d'augmenter

le poids et la dimension du dispositif, parce qu'on exige d'appliquer une pression plane à tout l'ensemble pour amener l'anode 1 et la cathode 2 en contact proche avec les collecteurs de courant 4, et de ce fait d'utiliser les
5 plaques de retenue 7 et les moyens de retenue tels que les vis 8 et les écrous 9 pour appliquer la pression plane. Dans le dispositif de l'art antérieur ayant la structure améliorée représentée en figure 15, bien que les couches de catalyseur 1B, 2B de l'anode 1 et la cathode 2 soient forcées pour
10 s'engager, avec les bases 1A et 2A, dans le film d'électrolyte solide en polymère 3, un inconvénient a été trouvé en ce que, à cause de la collecte d'humidité près des particules de catalyseur présentes dans les couches de catalyseur 1B, 2B, la tendance des bases 1A et 2A à se
15 détacher est graduellement augmentée dans le temps et la performance est diminuée de façon correspondante.

L'invention a été réalisée dans le but de résoudre les problèmes ci-dessus mentionnés et son objet est de réaliser un dispositif fonctionnel électrolytique et un procédé de
20 fabrication d'un tel dispositif qui ne nécessite pas de moyen de retenue, peut être appliqué à un dispositif de déshumidification ou analogue et a la structure où deux électrodes, c'est-à-dire une anode et une cathode, des couches de catalyseur et un film d'électrolyte solide en
25 polymère sont moins aptes à s'écailler entre eux.

Pour accomplir ce but, un dispositif fonctionnel électrolytique selon l'invention comprend un film d'électrolyte solide en polymère, deux bases ayant un certain nombre de trous traversants formés dans celles-ci, étant
30 formées de plaques métalliques enfouies dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère afin de maintenir le film entre elles et servant comme électrodes alimentées extérieurement par une tension de source à courant continu, et des couches de catalyseur
35 formées afin de revêtir les surfaces externes des deux bases et les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère qui sont présentes dans les trous traversants formés

dans les bases pour favoriser les réactions électrolytiques de gaz externe ou de molécules de liquide.

Dans une forme préférée, des films minces étant perméables à l'humidité et imperméables à l'eau sont revêtues
5 sur les surfaces des couches de catalyseur qui sont contiguës à l'extérieur.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins une des deux bases ont une aire de trou
10 différente entre le côté extérieur ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère et le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins une des deux bases ont une dimension de trou
15 graduellement réduite du côté extérieur ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère de sorte que l'aire du trou sur le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère est plus grande que l'aire de trou sur le côté
20 interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases ont une dimension de trou réduite graduellement du côté interne contactant la
25 masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère de sorte que l'aire du trou sur le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte en polymère est plus petite que l'aire du trou sur le côté
30 interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux surfaces sont percés de sorte que la dimension du trou est graduellement réduite du
35 côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère dans une étendue

prédéterminée et est ensuite graduellement augmentée au-delà de l'étendue prédéterminée.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases ont la même aire de trou entre le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère et le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases ont des saillies sur leurs parois internes.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases font plus saillie au centre de leurs parois internes.

Dans une autre forme préférée, les trous traversant formés dans au moins l'une des deux bases sont hexagonaux.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases sont circulaires.

Dans une autre forme préférée, les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases sont rhombiques.

Dans une autre forme préférée, au moins l'une des deux bases est formée d'une feuille métallique revêtue d'un film mince d'au moins un composant choisi parmi le plomb, l'or ou le palladium.

Dans une autre forme préférée, les parties du film d'électrolyte solide en polymère présentes dans les trous traversants formés dans les deux bases dépassent pour faire saillie de façon convexe à l'extérieur à partir du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, les parties du film d'électrolyte solides en polymère présentes dans les trous traversants formés dans les deux bases restent à l'intérieur des trous traversants sous la forme concave.

Dans une autre forme préférée, les couches de catalyseur contiennent chacune des particules de catalyseur de platine et un électrolyte solide en polymère ayant la même

composition que le film d'électrolyte solide en polymère ou une composition équivalente à celui-ci.

De plus, un procédé de fabrication d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon l'invention comprend une
5 étape d'enfouissement de deux bases, qui sont formées de plaques métalliques ayant un certain nombre de trous traversants formés dans celles-ci et servent comme électrodes alimentées extérieurement par une tension de source en courant continu, dans les surfaces avant et arrière d'un film
10 d'électrolyte solide en polymère et une étape de revêtir les catalyseurs sur les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère qui sont présentes dans les trous traversants formés dans les deux bases et les surfaces externes des deux bases pour former de la sorte des couches
15 de catalyseur pour favoriser la réaction électrolytique du gaz externe ou de molécules de liquide.

Dans une forme préférée, l'étape d'enfouissement est accomplie en enfouissant les deux bases dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère par
20 pressage à chaud accompli à une température supérieure à la température à laquelle le film d'électrolyte solide en polymère est ramolli.

Dans une autre forme préférée, l'étape d'enfouissement est accomplie en amenant le film d'électrolyte solide en
25 polymère à absorber un solvant capable de bomber le film d'électrolyte solide en polymère et en enfouissant ensuite les deux bases dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère dans un état gélifié par pressage.

30 Dans une autre forme préférée, le solvant est un solvant mélangé de solvant organique et d'eau.

Dans une autre forme préférée, l'étape d'enfouissement est accomplie, avant le pressage, en agencant des feuilles ayant des surfaces rugueuses sur les surfaces externes des
35 deux bases qui sont agencées sur les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère.

Dans une autre forme préférée, le procédé comprend de plus une étape de revêtir des films minces qui sont perméables à l'humidité et imperméables à l'eau sur les surfaces des couches de catalyseur qui sont contigues à l'extérieur.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le second mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 3 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 4 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 5A et 5B sont des vues en plan agrandies représentant les surfaces externe et interne d'une base formée d'une plaque métallique perforée, respectivement, utilisée dans le dispositif fonctionnel électrolytique selon n'importe lequel des premier à quatrième modes de réalisation de l'invention ;

- la figure 6 est une représentation, montrant d'une manière exagérée pour comparaison, les configurations d'électrodes des dispositifs fonctionnels électrolytiques

selon les premier à quatrième modes de réalisation de l'invention ;

- la figure 7 est une graphe caractéristique représentant l'intensité d'un champ électrique produit dans la surface d'une couche de catalyseur entre les points A et B le long de la surface externe d'un trou traversant représenté en figure 6 pour chacun des dispositifs fonctionnels électrolytiques ;

- la figure 8 concerne le cinquième mode de réalisation de l'invention qui est une vue en coupe partielle éclatée des éléments constituant pour expliquer un procédé de fabrication du dispositif fonctionnel électrolytique ;

- la figure 9 est un graphe représentant les résultats de test d'évaluation sur des capacités de déshumidification de dispositifs fonctionnels électrolytiques de l'art antérieur et du dispositif fonctionnel électrolytique de l'invention ;

- la figure 10 est un graphe représentant des résultats de test et de durée pour des capacités de déshumidification d'un dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur et du dispositif fonctionnel électrolytique de l'invention ;

- la figure 11 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le sixième mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 12A et 12B sont chacune une vue plane agrandie représentant la surface d'une base formée d'une plaque métallique performée pour utilisation dans un dispositif fonctionnel électrolytique selon le septième mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 13A et 13B sont chacune une vue en coupe représentant la surface interne d'une base formée d'une plaque métallique perforée pour utilisation dans un dispositif fonctionnel électrolytique selon le huitième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 14 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur; et

5 - la figure 15 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un autre dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur.

La structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique de l'invention et un procédé de fabrication de ce dispositif seront décrits ci-après en référence aux modes de réalisation
10 représentés aux figures 1-4, 5A et 5B, 6-11, 12A et 12B, et 13A et 13B dans lesquels les mêmes composants que ceux dans les dispositifs de l'art antérieur ou les composants équivalents à ceux-ci sont désignés par les mêmes chiffres de référence.

15 Tout d'abord, une description sera faite des structures de dispositifs fonctionnels électrolytiques selon les premier à quatrième modes de réalisation représentés aux figures 1-4, 5A et 5B, 6 et 7.

1er Mode de Réalisation

20 La figure 1 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le premier mode de Réalisation de l'invention. En figure 1, désignée par 1 est un anode, 2 est une cathode, 3 est un film d'électrolytique solide en polymère, 5 est une chambre de
25 déshumidification, 6 est une alimentation en courant continu externe, 11 et 21 sont des bases chacune réalisée en une plaque métallique perforée et servant comme collecteur de courant, 12 et 22 sont des couches de catalyseurs formées afin de revêtir non seulement les surfaces des parties du
30 film d'électrolyte solide en polymère 3 qui sont exposées via des trous traversants 31, 32 formés respectivement dans les bases 11, 21, mais également les surfaces externes des bases 11, 21, et 13 et 23 sont des films minces perméables à l'humidité - imperméables à l'eau, par exemple, des feuilles
35 NF (nom déposé, par Tokuyama Soda K.K.), formées afin de revêtir les surfaces respectivement des couches de catalyseur 12 et 22. Les films minces 13 et 23 perméables à l'humidité-

imperméables à l'eau peuvent être formés sur des applications dédiées ou ne dépendant pas de celles-ci.

Autrement dit, le dispositif fonctionnel électrolytique représenté en figure 1 comprend le film d'électrolyte solide en polymère 3, les deux bases 11, 21 ayant la pluralité de trous traversants 31, 32 formés dans celles-ci, étant formées de plaques métalliques enfouies dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère 3 afin de maintenir le film 3 entre elles et servant comme électrodes alimentée par une source de tension à partir de l'alimentation externe en courant continu 6, les couches de catalyseur 12, 22 formées afin de revêtir des surfaces externes des deux bases 11, 21 et les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 qui sont présentes dans les trous traversants 31, 32 formés dans les bases 11, 21 pour favoriser la réaction électrolytique de gaz externe ou de molécules de liquide et les films minces 13, 23 perméables à l'humidité-imperméables à l'eau formés sur les surfaces des couches de catalyseur 12, 22 qui sont contiguës à l'extérieur.

Bien que représentée en figure 1 en échelle agrandie, la dimension réelle de chacun des trous traversants 31, 32 est de l'ordre de plusieurs dizaines de microns. Les bases 11, 21 réalisées en plaques métalliques perforées sont formées chacune d'un film à motif au nickel électrolytique d'une épaisseur de 40 μm , de Fukuda Metal Foil and Powder Mfg. K.K., recouvert de palladium. Le film d'électrolyte solide en polymère est formé de Nafion-117 disponible dans le commerce de Du Pont Co. Les couches de catalyseur 12, 22 sont chacune formées en revêtant un mélange de noir de platine et d'une solution de Nafion (5% en poids d'eau et d'un solvant mélangé d'alcool) disponible dans le commerce de Aldrich Co., en tant qu'électrolyte solide en polymère. En variante, la couche de catalyseur peut être formée d'un mélange de particules de catalyseur de platine et d'un électrolyte solide en polymère ayant la même composition que le film d'électrolyte solide en polymère 3 ou une composition

équivalente. Egalement, on confirme que la résistance à la corrosion est également améliorée en plaquant du plomb ou de l'or sur les feuilles à motif au nickel électrolytique des bases 11, 21 autres que du palladium.

5 De plus, dans le dispositif fonctionnel électrolytique représenté en figure 1, chacun des trous traversants 31, 32 a une aire de trou différente entre son côté externe ne contactant pas la masse du film électrolyte solide en polymère 3 et son côté interne contactant la masse du film
10 d'électrolyte solide en polymère 3. La dimension du trou est graduellement réduite du côté extérieur ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 vers le côté interne de sorte que l'aire de trou du côté externe est supérieure à l'aire de trou du côté interne. Ensuite, on fait
15 dépasser ou déborder les parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 présentes dans les trous traversants 31, 32 pour faire saillie vers l'extérieur de façon convexe.

Les figures 5A et 5B sont des vues en plan agrandi représentant la surface de chacune des bases 11, 21 formées
20 d'une plaque métallique perforée. La figure 5A représente le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 et la figure 5B représente le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3. Dans ces figures, 41, 43 désignent des portions
25 métalliques de la base 11 ou 21 et 42, 44 désignent les extrémités des trous traversants dans la base 11 ou 21. Comme on le voit, l'extrémité du trou traversant 44 sur le côté interne a une aire plus grande que l'extrémité de trou traversant 42 du côté externe. Ainsi, par ce premier mode de
30 réalisation, le film d'électrolyte solide en polymère 3 s'engage dans les trous traversants 31, 32 dans les bases 11, 21 avec aucune particule de catalyseur interposée entre le film 3 et les bases 11, 21. De ce fait, le film d'électrolyte solide en polymère 3 et les bases 11, 21, qui sont formées de
35 plaques métalliques perforées et servent comme collecteurs de courant, sont même moins aptes à s'écailler ou se séparer les uns des autres. De plus, le film d'électrolyte solide en

polymère 3 et les bases 11, 21 constituant les portions d'électrodes sont fixés ensemble avec un degré plus élevé de résistance mécanique et le dispositif fonctionnel électrolytique plus stable peut être réalisé.

5 De plus, puisque les bases 11, 21 sont chacune formées d'une feuille métallique recouverte de paradium, de plomb ou d'or, une résistance à la corrosion des bases 11, 21 est augmentée et une production de gaz des bases 11, 21 est restreinte. En conséquence, le film d'électrolyte solide en polymère 3 est même moins apte à s'écailler. Egalement, 10 puisque les parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 présentes dans les trous traversants 31, 32 dépassent pour faire saillie ou se bomber vers l'extérieur de façon convexe, il est possible d'augmenter l'aire de surface d'électrodes et 15 d'améliorer la capacité d'humidification.

De plus, puisque des particules de catalyseur de platine et un électrolyte solide en polymère sont contenus dans les couches de catalyseur 12, 22, les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 dans les 20 trous traversants 31, 32 des bases 11, 21 et les particules de catalyseur de platine dans les couches de catalyseur 12, 22 sur les surfaces des bases 11, 21 peuvent être liées ensemble pour maintenir une conductivité électronique et ionique.

25 Additionnellement, puisque les surfaces d'à la fois l'anode 1 et la cathode 2 contactant le gaz externe sont revêtues des films minces 13, 23 qui sont perméables à l'humidité et imperméables à l'eau, il est possible d'empêcher les surfaces de réaction des électrodes d'être 30 contaminées et de restreindre un effet inverse tel qu'une corrosion de cellules locales due à une condensation pendant la période de non excitation.

2ème Mode de Réalisation

Ensuite, la figure 2 est une vue en coupe partielle 35 représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le deuxième mode de réalisation de l'invention. Les mêmes composants en figure 2 que ceux du

premier mode de réalisation ou les composants équivalents à ceux de ce premier mode de réalisation représentés en figure 1 sont désignés par les mêmes chiffres de référence et ne seront pas décrits ci-dessous.

5 Le deuxième mode de réalisation représenté en figure 2 est différent du premier mode de réalisation représenté en figure 1 en ce que la dimension de trous des trous traversants 31, 32 formés dans les bases 11, 21 est graduellement réduite du côté interne contactant la masse du
10 film d'électrolyte solide en polymère 3 vers le côté externe ne contactant pas la masse du film électrolyte solide en polymère 3 de sorte que l'aire de trou du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 est supérieure à l'aire de trou du côté interne
15 contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3.

Par l'agencement ci-dessus, le film d'électrolyte solide en polymère 3 s'engageant dans les trous traversants 31, 32 du côté interne contactant la masse du film
20 d'électrolyte solide en polymère 3 au côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 est même moins apte à s'écailler. Il est de ce fait possible de fixer le film d'électrolyte solide en polymère 3 et les bases 11, 21 constituant les portions
25 d'électrodes ensemble avec un degré plus élevé de résistance mécanique, pour augmenter l'intensité d'un champ électrique produit dans la surface de chacune des couches de catalyseur, pour réduire la tension appliquée entre les électrodes et améliorer une caractéristique de tension du dispositif.

30 3ème Mode de Réalisation

Ensuite, la figure 3 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le troisième mode de réalisation de l'invention. Les mêmes composants en figure 3 que ceux du
35 premier mode de réalisation où les composants équivalents de ceux de ce premier mode de réalisation représentés en

figure 1 sont désignés par les mêmes chiffres de référence et ne seront pas décrits ci-dessous.

Le troisième mode de réalisation représenté en figure 3 est différent du premier mode de réalisation représenté en figure 1 en ce que les trous traversants 31, 32 formés dans les bases 11, 21 ont des saillies sur leurs parois internes. Plus spécifiquement, les trous traversant 31, 32 sont chacun percés de sorte que la dimension de trous est graduellement réduite du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 vers le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3 dans une étendue prédéterminée et est ensuite graduellement augmentée au-delà de l'étendue prédéterminée.

Par l'agencement ci-dessus, le film d'électrolyte solide en polymère 3 s'engageant dans les trous traversants 31, 32 formés dans les bases 11, 21 est même moins apte à s'écailler que dans les premier et second modes de réalisation. Il est de ce fait possible de fixer le film d'électrolyte solide en polymère 3 et les bases 11, 21 constituant les portions d'électrodes ensemble avec un degré même plus élevé de résistance mécanique.

4ème Mode de Réalisation

Ensuite, la figure 4 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le quatrième mode de réalisation de l'invention. Les mêmes composants en figure 4 que ceux du premier mode de réalisation représenté en figure 1 ou équivalent à ceux de ce premier mode de réalisation sont désignés par les mêmes chiffres de référence et ne seront pas décrits ci-dessous.

Le quatrième mode de réalisation représenté en figure 3 est différent du premier mode de réalisation représenté en figure 1 en ce que les trous traversants 31, 32 formés dans les bases 11, 21 ont la même aire entre le côté externe ne contactant pas la masse de film d'électrolyte solide en polymère 3 et le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère 3.

Dans le cas n'exigeant pas au film d'électrolyte solide en polymère 3 et aux bases 11, 21 constituant les portions d'électrodes d'être fixés ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique, les trous traversants 31, 32 peuvent
5 être formés parallèles comme ce mode de réalisation.

La figure 6 est une représentation montrant, d'une manière exagérée pour comparaison, les configurations d'électrodes des dispositifs fonctionnels électrolytiques selon les premier à quatrième modes de réalisation décrits
10 ci-dessus et la figure 7 est un graphe caractéristique représentant l'intensité d'un champ électrique produit dans la surface de la couche de catalyseur entre des points A et B le long de la surface externe du trou traversant représenté en figure 6 pour chacun des dispositifs fonctionnels
15 électrolytiques. Il est à noter que les couches de catalyseur 12, 22 sont illustrées comme étant planes en figure 6 pour la clarté d'explication.

Lorsque le trou traversant a la configuration défilant ou décroissant vers l'extérieur (2ème mode de réalisation) comme représenté au côté gauche inférieur en figure 6,
20 l'intensité du champ électrique au point B est de $0,3 \times 10^{-2} \text{ V}/\mu\text{m}$ qui est 1,5 fois $0,2 \times 10^{-2} \text{ V}/\mu\text{m}$ au point B dans le cas où le trou traversant a la configuration s'étendant vers l'extérieur (1er mode de réalisation) comme
25 montré en figure 7. Parce que l'intensité d'un champ électrique est proportionnelle à la tension appliquée, le résultat ci-dessus signifie que la tension à appliquer entre les deux électrodes dans le cas du 2ème mode de réalisation peut être réduite de 1/1,5 à celle exigée dans le cas du 1er
30 mode de réalisation. Ainsi, dans le 2ème mode de réalisation, une caractéristique de tension du dispositif est améliorée en configurant les trous traversants de sorte qu'un champ électrique soit plus concentré à la surface externe.

Comme représenté en figure 6, en comparaison au 1er
35 mode de réalisation, la dimension de trou des trous traversants 31, 32 est graduellement réduite vers le côté externe (c'est-à-dire le côté de la couche de catalyseur 12,

22) dans le 2ème mode de réalisation pour augmenter l'intensité du champ électrique près de la couche de catalyseur 12, 22, tandis que la dimension de trou des trous traversants 31, 32 est tout d'abord graduellement réduite vers le côté externe et ensuite graduellement augmentée avant d'atteindre le côté externe dans une région partielle près du côté externe avec la saillie formée sur la paroi interne de chaque trou traversant, dans le 3ème Mode de Réalisation, pour non seulement augmenter l'intensité du champ électrique près de la couche de catalyseur 12, 22, mais également fixer les bases 11, 21 constituant les portions d'électrodes et le film d'électrolyte solide en polymère 3 ensemble avec un degré plus élevé de résistance mécanique. Additionnellement, le 4ème mode de réalisation représente un exemple dans lequel les trous traversants 31, 32 sont formés parallèles. Lorsqu'une demande pour fixer le film d'électrolyte solide en polymère 3 et les bases 11, 21 constituant les portions d'électrodes ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique n'est pas aussi essentielle, les trous traversants 31, 32 peuvent être configurés de manière similaire au 4ème mode de réalisation.

Par ces configurations d'électrodes, l'intensité d'un champ électrique a une grandeur plus élevée dans l'ordre du 2ème mode de réalisation, du 4ème mode de réalisation, du 3ème mode de réalisation et du 1er mode de réalisation, comme montré à partir de la figure 7.

5ème mode de réalisation

Un procédé de fabrication du dispositif fonctionnel électrolytique selon l'invention sera décrit ci-dessous.

La figure 8 est une vue en coupe partielle représentant, dans la forme éclatée, des éléments constitutifs d'un dispositif fonctionnel électrolytique 100 avant pressage à chaud et illustre les trous traversants 31, 32 à échelle agrandie comme en figure 1.

En figure 8, désigné par 50 est un papier de verre ou émériisé placé sur la surface externe de chacune des deux bases 11, 21 qui sont placées sur les surfaces avant et

arrière du film d'électrolyte solide en polymère 3. Le papier de verre 50 comprend une portion de revêtement 51 et une portion rugueuse 52 contenant des particules grossières de sable.

5 Ces éléments sont agencés dans un dispositif de pressage à chaud successivement l'un au-dessus de l'autre comme représenté et ensuite soumis à pressage à chaud sous les conditions d'une température plus élevée que la température à laquelle le film d'électrolyte solide en polymère 3 est ramolli, par exemple 190°C, et 50 kgf/cm².
10 Après refroidissement à une température de 100°C ou en dessous, un comprimé pressé à chaud est extrait du dispositif et les papiers de verre 50 sont séparés du comprimé. Ensuite, une solution préparée en mélangeant du noir de platine et une
15 solution de Nafion (5% en poids d'eau et de solvant mélangé d'alcool) disponible dans le commerce d'Aldrich Co., en un électrolyte solide en polymère, est appliquée par revêtement à la broche sur les parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 pénétrant les trous traversants 31, 32 et les
20 portions métalliques 41 des bases 11, 21. Subséquemment, le comprimé est traité thermiquement à 150°C pendant 5 minutes dans une atmosphère d'azote pour fondre le film d'électrolyte solide en polymère 3 de sorte que des catalyseurs sont liés fixement en place pour former les couches de catalyseur 12,
25 22. Après cela, les films minces 13, 23 perméables à l'humidité-imperméables à l'eau (voir figure 1) sont formés afin de recouvrir les surfaces des couches de catalyseur 12, 22.

 Ainsi, le procédé de fabrication du dispositif
30 fonctionnel électrolytique selon le 5ème mode de réalisation comprend une étape d'enfouissement consistant à enfouir les deux bases 11, 21, qui ont la pluralité de trous traversants 31, 32 formés dans celles-ci, dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère 3 et une
35 étape de revêtement consistant à revêtir des catalyseurs sur les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère 3, qui sont présentes dans les trous traversants 31,

32 formés dans les deux bases 11, 21, et les surfaces
externes des deux bases 11, 21 pour former de la sorte les
couches de catalyseur 12, 22 pour favoriser la réaction
électrolytique de gaz externe ou de molécules de liquide. De
5 ce fait, le film d'électrolyte solide en polymère 3 peut être
forcé à pénétrer dans le trou traversant des bases 11, 21
sans interposer, entre le film d'électrolyte solide en
polymère 3 et les bases 11, 21 formées de plaques métalliques
perforées, de particules de catalyseur qui sont responsables
10 de leur séparation. De plus, les couches de catalyseur 12, 22
peuvent être simplement formées et le dispositif fonctionnel
électrolytique peut être fabriqué à coût réduit.

Egalement, l'étape d'enfouissement est accomplie en
agençant le papier de verre 50 ayant des surfaces rugueuses
15 sur les deux côtés avant et arrière du film d'électrolyte
solide en polymère 3 avec les deux bases 11, 21 maintenues
entre eux, et pressant à chaud ces éléments à une température
plus élevée que la température à laquelle le film
d'électrolyte solide en polymère 3 est ramolli. Ceci résulte
20 dans la structure où le film d'électrolyte solide en polymère
3 déborde localement au côté externe des trous traversants
sous la forme bombée de façon convexe. De ce fait, le film
d'électrolyte solide en polymère 3 est même moins apte à
s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant
25 une performance plus stable peut être réalisé.

De plus, le procédé de fabrication comprend une étape
de revêtir les films minces 13, 23 perméables à l'humidité-
imperméable à l'eau, qui sont perméables à l'humidité et
imperméables à l'eau, sur les surfaces des couches de
30 catalyseur 12, 22 étant contiguës à l'extérieur. Ainsi,
puisque les surfaces de l'anode et de la cathode 2 contactant
le gaz externe sont recouvertes des films minces 13, 23
perméables à l'humidité-perméables à l'eau, il est possible
d'empêcher les surfaces de réaction des électrodes d'être
35 contaminées et de restreindre un effet inverse tel qu'une
corrosion de cellules locales due à la condensation pendant
la période de non excitation.

Pour le dispositif fonctionnel électrolytique fabriqué comme expliqué ci-dessus, les fils sont ensuite reliés à des bornes pour une connexion à l'alimentation en courant continu externe. Après cela, le dispositif est monté dans un cadre ou
5 châssis réalisé en résine et fixé à sa périphérie au cadre au moyen d'un adhésif, suivi par un scellage du dispositif de façon étanche au gaz. Le dispositif fonctionnel électrolytique réalisé fût fixé à une boîte pour évaluer une capacité de déshumidification du dispositif et la capacité de
10 déshumidification fût évaluée avec la boîte entièrement placée dans un thermo-hygrostat.

La figure 9 est un graphe représentant des résultats de test d'évaluation en capacité de déshumidification de dispositifs fonctionnels électrolytiques de l'art antérieur
15 et du dispositif fonctionnel électrolytique de l'invention.

En figure 9, une ligne en pointillés 61 représente l'humidité de l'atmosphère externe à laquelle la cathode est exposée et qui est créée par le thermo-hygrostat à conserver à 35°C et à une humidité relative de 80%. Des valeurs
20 d'humidité relative et de courant circulant à travers le circuit externe furent contrôlées tout en réglant la tension appliquée dans la gamme de 3V-4V continue. Des courbes 62, 63 sont tracées comme changements d'humidité dans la chambre de déshumidification et représentent les capacités de
25 déshumidification des dispositifs fonctionnels électrolytiques de l'art antérieur, tandis qu'une courbe 64 est tracée comme changements d'humidité dans la chambre de déshumidification qui représentent la capacité de déshumidification du dispositif fonctionnel électrolytique de
30 l'invention représenté en figure 1. Dans le graphe de figure 9, l'axe horizontal indique le temps. La courbe qui montre une réduction plus rapide d'humidité représente une capacité de déshumidification plus élevée. On a ainsi trouvé que le
35 dispositif fonctionnel électrolytique selon le mode de réalisation de l'Invention a une capacité de déshumidification plus élevée que les deux dispositifs fonctionnels électrolytiques de l'art antérieur. Le

dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur représenté par la courbe 32 fût préparé en nettoyant au sable un film de Nafion-117 pour rendre ces deux surfaces grossières ou rugueuses, précipitant du platine sur les deux surfaces par placage non électrolytique, maintenant le film entre deux collecteurs de courant en grille réalisés en tantale et appliquant une pression plane à l'aide de plaques de retenue, etc.

Egalement, le dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur représenté par la courbe 63 fût préparé en le fabricant afin d'avoir la structure représentée en figure 15. La différence en capacité de déshumidification entre le dispositif fonctionnel électrolytique de l'art antérieur représenté par la courbe 63 et le dispositif fonctionnel électrolytique du mode de réalisation représenté par la courbe 64 était petite, mais la valeur de courant circulant à travers le circuit externe était beaucoup plus grande dans le dispositif de l'art antérieur ayant la structure de la figure 15 que dans le dispositif du mode de réalisation de l'invention. Il fût ainsi confirmé que le dispositif du mode de réalisation de l'invention avait une efficacité plus élevée, de courant supérieur. La raison est probablement en ce que puisque le film d'électrolyte solide en polymère 3 est recouvert par les bases 11, 21 formées de plaques métalliques perforées dans le dispositif du mode de réalisation de l'invention, une diffusion inverse d'eau (c'est-à-dire un retour d'eau de la cathode à l'anode) par l'intermédiaire du film d'électrolyte solide en polymère 3 n'est pas susceptible de se produire.

Par ailleurs, une stabilité de la capacité de déshumidification fût testée en mettant en service le dispositif fonctionnel électrolyte de l'art antérieur ayant la structure de figure 15 et le dispositif fonctionnel électrolytique selon le mode de réalisation de l'invention.

La figure 10 représente des résultats des tests de stabilité de la capacité de déshumidification pendant une longue période de temps. Une courbe 65 indique des

changements d'humidité qui résultaient du dispositif fonctionnel électrolytique antérieur ayant la structure de figure 15, tandis qu'une courbe 66 indique des changements d'humidité qui résultaient du dispositif fonctionnel électrolytique du mode de réalisation. Comme on le voit à partir de la figure 10, dans le dispositif du mode de réalisation, l'humidité relative est stable et la capacité de déshumidification continue est maintenue. Au contraire, dans le dispositif de l'art antérieur, l'humidité relative est graduellement augmentée dans le temps et ensuite augmentée abruptement à presque 4000 heures, signifiant une réduction dans la capacité de déshumidification. En conséquence du désassemblage et de l'examen des deux dispositifs fonctionnels électrolytiques après les tests, il fût trouvé que dans le dispositif de l'art antérieur, le film d'électrolyte solide en polymère 3 et les collecteurs de courant 4 allaient se séparer les uns des autres environ près du centre du dispositif.

6ème Mode de Réalisation

La figure 11 est une vue en coupe partielle représentant la structure d'un dispositif fonctionnel électrolytique selon le sixième mode de réalisation de l'invention.

Le sixième mode de réalisation est différent du premier mode de réalisation représenté en figure 1 en ce que des parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 pénètrent de façon concave les trous traversants 31, 32 dans les bases 11, 21 formées de plaques métalliques perforées et les couches de catalyseur 12, 22 et les films minces perméables à l'humidité-imperméables à l'eau 13, 23 sont également sous la forme concave. En conséquence de l'examen de la différence en capacité de déshumidification dépendant de la forme du film d'électrolyte solide en polymère 3 pénétrant les trous traversants 31, 32, il fût trouvé que la capacité de déshumidification était augmentée dans les deux cas du film 3 faisant saillie ou se bombant sous la forme convexe comme représenté en figure 1 et s'évidant dans la forme concave

comme représenté en figure 11. La raison est probablement en ce que lorsque le film d'électrolyte solide en polymère 3 a une forme convexe ou concave, les zones de surface des couches de catalyseur 12, 22 et les films minces 13, 23 perméables à l'humidité-perméables à l'eau sont augmentées pour produire des zones d'électrode plus grandes et de ce fait la réaction électrolytique est favorisée de façon correspondante. Egalement, à partir du fait que des effets contraires sont produits tels qu'une augmentation en résistance et une diminution en capacité de déshumidification lorsque les couches de catalyseur 12, 22 sur les bases 11, 22 furent retirées, les couches de catalyseur 12, 22 sur les bases 11, 21 sont imaginées comme non seulement servant pour collecter le courant, mais également participant à la réaction de déshumidification à une certaine étendue. De plus, dans l'expérience où seulement du noir de platine fût revêtu comme les couches de catalyseur 12, 22, le noir de platine s'écaillait du film d'électrolyte solide en polymère 3.

20 7ème Mode de Réalisation

Les figures 12A et 12B représentent des motifs de surface de chacune des bases 11, 21 formées de plaques métalliques perforées pour utilisation dans le 7ème mode de réalisation de l'invention. Les trous traversants 42, 44 dans les bases 12, 21 ne sont pas nécessairement hexagonaux comme représenté aux figures 5A et 5B. Il fût confirmé à partir des expériences qu'un dispositif fonctionnel électrolytique étant moins susceptible à l'écaillage et ayant une capacité de déshumidification élevée pouvait être également réalisé dans le cas d'utilisation de plaques métalliques perforées qui ont des trous traversants circulaires comme indiqué en 42 en figure 12A ou des trous traversants rhombiques comme indiqué en 44 en figure 12B.

Les bases 11, 21 formées de n'importe laquelle de ces plaques métalliques perforées sont des feuilles de nickel et ont des dimensions de motifs différentes entre la surface avant et arrière de chaque feuille. Ceci parce que des

plaques métalliques perforées sur le marché sont fabriquées en revêtant une solution photosensible sur seulement une surface d'une feuille, irradiant de la lumière à travers un film négatif ayant un motif de trous pour rendre les parties
5 irradiées insolubles pour former un film résistant à l'attaque et ensuite précipitant électriquement du nickel sur les parties restantes par électrolyse accomplie en utilisant un bain électrolytique.

8ème Mode de Réalisation

10 Les figures 13A et 13B sont chacune une vue en coupe d'une plaque métallique perforée pour utilisation dans le 8ème Mode de Réalisation de l'invention. Une plaque métallique perforée représentée en figure 13A a une saillie 33 sur la paroi interne de chaque trou traversant 31, tandis
15 qu'une plaque métallique perforée représentée en figure 13B a une portion bombée 34 plus convexe au centre de la paroi interne de chaque trou traversant 31. Une telle saillie 33 est souvent formée lorsque la plaque métallique perforée est produite par poinçonnage mécanique et une telle portion
20 bombée 34 est souvent formée lorsque la plaque métallique perforée est produite par attaque chimique où le centre de la paroi interne du trou tend à être moins retirée par attaque. Il fût confirmé à partir des expériences qu'un dispositif fonctionnel électrolytique étant moins susceptible de
25 s'écailler et ayant une capacité de déshumidification élevée pouvait être également réalisé dans le cas d'utilisation des bases 11, 21 formées de n'importe laquelle de ces plaques métalliques perforées.

9ème mode de réalisation

30 Un procédé de fabrication du dispositif fonctionnel électrolytique selon le 9ème mode de réalisation de l'invention sera décrit ci-dessous.

Tout d'abord, un film de Nafion-117 est imprégné d'un solvant mélangé d'isopropylalcool et d'eau (rapport de poids
35 1:1). Le film de Nafion-117 est gonflé et gelifié à une condition analogue à un précipité en bâteau (tofu) ou à un pudding où un corps solide peut être aisément inséré au film.

Ensuite, les composants sont agencés comme représenté en figure 8 et pressés ensemble à la température ambiante et une pression de 10 kgf/cm². Des parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 sont de la sorte enfouies dans les trous traversants 31, 32 des bases 11, 21. Après séchage d'un compact ou comprimé pressé à 80°C, comme avec le 5ème Mode de Réalisation, une solution préparée en mélangeant du noir de platine et une solution de Nafion, comme électrolyte solide en polymère, est appliquée par revêtement à la brosse sur les parties du film d'électrolyte solide en polymère 3 pénétrant les trous traversants 31, 32 et les portions métalliques 41 des bases 11, 21. Subséquemment, le comprimé est traité thermiquement à 150°C pendant 5 minutes dans une atmosphère d'azote pour fondre le film d'électrolyte solide en polymère 3 de sorte que des catalyseurs sont liés fixement en place pour former les couches de catalyseur 12, 22. Il fût confirmé que le procédé de fabrication de ce mode de réalisation pouvait également réaliser un dispositif fonctionnel électrolytique étant moins susceptible de s'écailler et ayant une capacité de déshumidification élevée.

Même lorsqu'un solvant organique tel que de l'alcool ou du cétone est utilisé seul, le film d'électrolyte solide en polymère 3 est gélifié à une telle étendue qu'un corps solide peut être inséré au film sous pression. Mais, lorsqu'un solvant organique et de l'eau sont employés en combinaison comme solvant mélangé, le film d'électrolyte solide en polymère 3 absorbe une plus grande quantité de solvant et est plus ramolli avec une progression de gélification, signifiant ainsi que le procédé de fabrication du dispositif fonctionnel électrolytique selon l'invention est plus facilement applicable.

Pour la plaque métallique perforée constituant l'anode du dispositif, puisqu'une résistance à la corrosion élevée est exigée, des matériaux tels que du nickel et de l'acier inoxydable doivent être plaqués si utilisés. Un placage d'or ou de platine a une résistance à la corrosion élevée, mais est coûteux. De ce fait, il est alors souhaité de plaquer un

revêtement non coûteux de paradium, de plomb, de dioxyde de plomb ou analogue sur ces matériaux.

Le film d'électrolyte solide en polymère 3 peut être formé de n'importe quel film disponible dans le commerce
5 aussi longtemps qu'il est capable de conduire des ions hydrogène. En plus du Nafion-117, Nafion-115, Nafion-112 et Nafion-105 de Du Pont Co., des films d'électrolyte solides en polymère pouvant être utilisés sur le marché comprennent Flemion d'Asahi Glass K.K., Asiprex d'Asahi Chemical Industry
10 K.K., XUS-13.204.10 de Dow Chemical Co., et ainsi de suite. De plus, le film d'électrolyte solide en polymère peut avoir des radicaux carboxyles en chaîne latérale au lieu de radicaux sulfonyles.

Comme décrit ci-dessus, selon la présente invention,
15 les bases formées de plaques métalliques perforées sont enfouies dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère de sorte que des parties du film d'électrolyte solide en polymère pénètrent les trous traversants formés dans les bases et les couches de
20 catalyseurs adjacentes de l'électrode sont formées sur la surface des parties du film d'électrolyte solide en polymère qui sont présentes dans les trous traversants, et les surfaces externes des bases. De ce fait, le film et les plaques métalliques perforées des bases sont moins aptes à
25 s'écailer ou se séparer les unes des autres et le dispositif fonctionnel électrolyte ayant une performance élevée stable à long terme peut être réalisé.

En revêtant des films minces étant perméables à l'humidité et imperméables à l'eau sur les surfaces des
30 couches de catalyseur qui sont contiguës à l'extérieur, il est possible d'empêcher les surfaces d'électrodes d'être contaminées pour restreindre un effet inverse tel qu'une corrosion de cellules locales due à une condensation pendant la période de non excitation et de ce fait de réaliser le
35 dispositif fonctionnel électrolytique de fiabilité plus élevée.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'avoir une aire de trou différente entre le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère et le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère, les électrodes et le film d'électrolyte solide en polymère peuvent être fixés ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique et le dispositif fonctionnel électrolytique plus stable peut être réalisé.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'avoir une dimension de trou graduellement réduite du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère de sorte que l'aire de trou sur le côté externe ne contactant pas la masse du film électrolyte solide en polymère est plus grande que l'aire de trou du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère, le film d'électrolyte solide en polymère et les bases sont même moins aptes à s'écailler ou se séparer les unes des autres, les électrodes et les films d'électrolyte solide en polymère peuvent être fixés ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique, de ce fait le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'avoir une dimension de trou graduellement réduite du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère de sorte que l'aire de trou du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère est plus petite que l'aire de trou du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère, il est possible d'augmenter l'intensité d'un champ électrique produit dans la surface de chacune des couches de catalyseur, pour réduire la tension appliquée entre les deux électrodes

de façon correspondante et d'améliorer une caractéristique de tension du dispositif.

En perçant le trou traversant formé dans au moins l'une des deux bases de sorte que la dimension de trou est
5 graduellement réduite du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté interne contactant la masse du film électrolyte solide en polymère dans une étendue prédéterminée et est ensuite graduellement réduite au-delà de l'étendue prédéterminée, les
10 électrodes et le film d'électrolyte solide en polymère peuvent être fixés ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique, le film d'électrolyte solide en polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est même moins apte à s'écailler et le dispositif fonctionnel
15 électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'avoir la même aire de trou entre le côté externe ne contactant pas la masse du film
20 d'électrolyte solide en polymère et le côté interne contactant la masse du film électrolyte solide en polymère, le dispositif fonctionnel électrolytique peut être réalisé qui a des trous traversants adaptés pour le cas où une demande pour fixer les électrodes et le film d'électrolyte
25 solide en polymère ensemble avec un degré élevé de résistance mécanique n'est pas aussi importante.

En configurant des trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'avoir des saillies sur leurs parois internes, le film d'électrolyte solide en
30 polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est même moins apte à s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'être plus bombés au centre de leurs parois internes, le film d'électrolyte solide en
35 polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est

même moins apte à s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé comme avec le cas ci-dessus.

5 En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'être hexagonaux, le film d'électrolyte solide en polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est même moins apte à s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

10 En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'être circulaires, le film électrolyte solide en polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est même moins apte à s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance
15 plus stable peut être réalisé.

En configurant les trous traversants formés dans au moins l'une des deux bases afin d'être rombiqes, le film d'électrolyte solide en polymère s'engageant dans les trous traversants des bases est même moins apte à s'écailler et le
20 dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

En formant au moins l'une des deux bases utilisant une feuille métallique et revêtant la feuille métallique d'un film mince d'au moins un composant choisi parmi le plomb,
25 l'or et le palladium, une résistance à la corrosion de la plaque métallique perforée constituant les portions métalliques de la base est augmentée et une production de gaz de la plaque métallique perforée est restreinte, de la sorte le film d'électrolyte solide en polymère est même moins apte
30 à s'écailler et le dispositif fonctionnel électrolytique ayant une performance plus stable peut être réalisé.

Egalement, puisque les parties du film d'électrolyte solide en polymère présentes dans les trous traversants formés dans les deux bases débordent pour faire saillie vers
35 l'extérieur de façon convexe du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère, il est

possible d'agrandir la surface d'électrode et d'améliorer les caractéristiques de réaction électrolytique.

Alternativement, puisque les parties du film d'électrolyte solide en polymère présentes dans les trous
5 traversants formés dans les deux bases restent à l'intérieur des trous traversants sous la forme concave, il est possible d'agrandir la surface d'électrode et d'améliorer les caractéristiques de réaction électrolytique.

Puisque les couches de catalyseur contiennent chacune
10 des particules de catalyseur de platine et un électrolyte solide en polymère ayant la même composition que le film d'électrolyte solide en polymère ou une composition équivalente à celui-ci, les parties du film d'électrolyte solide en polymère dans les trous traversants les bases et
15 les particules de catalyseur de platine dans les couches de catalyseur sur les surfaces de portions métalliques des bases peuvent être liées ensemble. Il est ainsi possible de maintenir une conductivité électronique et ionique et des caractéristiques de réaction électrolytique supérieures.

20 Par le procédé de fabrication du dispositif fonctionnel électrolytique selon l'invention, puisque le procédé comprend l'étape d'enfouir les deux bases, qui sont formées de plaques métalliques ayant un certain nombre de trous traversants formés dans celles-ci et servent comme électrodes alimentées
25 extérieurement par une tension de source à courant continu, dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère, et l'étape de revêtir des catalyseurs sur les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère, qui sont présentes dans les trous traversants
30 formés dans les deux bases, et les surfaces externes des deux bases pour former de la sorte les couches de catalyseur pour favoriser la réaction électrolytique de gaz externe ou de molécules de liquide, le film d'électrolyte solide en polymère peut être forcé à s'engager dans les trous
35 traversants des bases sans interposer, entre le film d'électrolyte solide en polymère et la base, de particules de catalyseur qui sont responsables d'une séparation entre

elles. De plus, les couches de catalyseur peuvent être simplement formées et le dispositif fonctionnel électrolytique peut être fabriqué à coût réduit.

En mettant en oeuvre l'étape d'enfouissement des deux
5 bases dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère par pressage à chaud accompli à une température supérieure à la température à laquelle le film d'électrolyte solide en polymère est ramolli, le film d'électrolyte solide en polymère peut être
10 forcé à s'engager dans les trous traversants des bases.

Alternativement, puisque l'étape d'enfouissement est accomplie en amenant le film d'électrolyte solide en polymère à absorber un solvant capable de bomber ou gonfler le film d'électrolyte solide en polymère et enfouir ensuite les deux
15 bases dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère dans un état gélifié par pression, le film d'électrolyte solide en polymère peut être forcé à s'engager dans les trous traversants des bases sans chauffer le film d'électrolyte solide en polymère à une
20 température élevée, ce qui résulte en coût de production réduit.

En utilisant un solvant mélangé d'un solvant organique et d'eau comme le solvant, le film d'électrolyte solide en polymère peut être ramolli à une telle étendue que le film
25 d'électrolyte solide en polymère peut s'engager dans les trous traversants des bases sous faible pression.

En accomplissant l'étape d'enfouissement en agençant, avant le pressage, des feuilles ayant des surfaces rugueuses sur les surfaces externes des deux bases qui sont agencées
30 sur les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère, la structure peut être réalisée dans laquelle les parties du film d'électrolyte solide en polymère dépassent pour faire saillie à l'extérieur de façon convexe du côté externe des trous traversants.

35 Finalement, en prévoyant également une étape de revêtir les films minces étant perméables à l'humidité et imperméables à l'eau sur les surfaces des couches de

catalyseur qui sont contigües à l'extérieur, il est possible d'empêcher les surfaces d'électrodes d'être contaminées et de restreindre un effet inverse tel qu'une corrosion de cellules locales due à une condensation pendant la période de non
5 excitation.

REVENDICATIONS

1. Dispositif fonctionnel électrolytique, caractérisé
5 en ce qu'il comprend :

un film d'électrolyte solide en polymère (3),
deux bases (11, 21) ayant un certain nombre de trous
traversants (31, 32) formés dans celles-ci, étant formées de
plaques métalliques enfouies dans les surfaces avant et
10 arrière dudit film d'électrolyte solide en polymère afin de
maintenir ledit film entre elles et servant comme électrodes
alimentées extérieurement par une tension d'une source
d'alimentation, et

des couches de catalyseur (12, 22) formées afin de
15 revêtir les surfaces externes des deux bases de la surface
des parties dudit film d'électrolyte solide en polymère sont
présentes dans lesdits trous traversants formés dans lesdites
bases pour favoriser les réactions électrolytiques de gaz
externe ou de molécules de liquide.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en
20 ce que les films minces (13, 23) étant perméables à
l'humidité et imperméables à l'eau sont revêtus sur les
surfaces des couches de catalyseur précitées qui sont
contigües à l'extérieur.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en
25 ce que les trous traversants précités formés dans au moins
l'une des deux bases précitées ont une aire de trou
différente entre le côté externe ne contactant pas la masse
du film d'électrolyte solide en polymère précité et le côté
30 interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en
polymère.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en
ce que les trous traversants précités formés dans au moins
l'une des deux bases précitées ont une dimension de trou
35 graduellement réduite du côté externe ne contactant pas la
masse du film d'électrolyte solide en polymère précité vers
le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte

solide en polymère de sorte que l'aire de trou du côté externe ne contactant pas la masse dudit film d'électrolyte solide en polymère est supérieure à l'aire de trou du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

5 5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins l'une des deux bases précitées ont une dimension de trou
10 graduellement réduite du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère précité vers le côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte
15 solide en polymère de sorte que l'aire de trou du côté externe ne contactant pas la masse du film électrolyte solide en polymère est plus petite que l'aire de trou du côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

 6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins l'une des deux bases précitées sont percés de sorte que la
20 dimension de trou est graduellement réduite du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère vers le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère dans une étendue
25 prédéterminée, et est ensuite graduellement augmentée au-delà de ladite étendue prédéterminée.

 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins l'une des deux paires précitées ont la même aire de trou entre le côté externe ne contactant pas la masse du film
30 d'électrolyte solide en polymère précité et le côté interne contactant la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins l'une des deux bases précitées ont des saillies sur leurs
35 parois internes.

 9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins

l'une des deux bases sont plus bombés au centre de leurs parois internes.

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trous traversants précités formés dans au moins l'une des deux bases précitées sont hexagonaux, circulaires, rhombiques.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'une des deux bases précitées est formée d'une feuille métallique revêtue d'un film mince d'au moins un composant choisi parmi le plomb, l'or et le palladium.

12. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les parties du film d'électrolyte solide en polymère présentes dans les trous traversants précités formés dans les deux bases précitées dépassent ou débordent pour faire saillie à l'extérieur de façon convexe du côté externe ne contactant pas la masse du film d'électrolyte solide en polymère.

13. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les parties du film électrolyte solide en polymère précité présentes dans les trous traversants précités formés dans les deux bases précitées restent à l'intérieur des trous traversants sous la forme concave.

14. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couches de catalyseur précitées contiennent chacune des particules de catalyseur de platine et un électrolyte solide en polymère ayant la même composition que le film d'électrolyte solide en polymère ou une composition équivalente à celui-ci.

15. Procédé de fabrication d'un dispositif fonctionnel électrolytique, caractérisé en ce qu'il comprend :

une étape d'enfouissement pour enfouir deux bases (11, 21), qui sont formées de plaques métalliques ayant un certain nombre de trous traversants (31, 32) formés dans celles-ci et servent comme électrodes alimentées extérieurement par une tension de source à courant continu, dans les surfaces avant et arrière d'un film d'électrolyte solide en polymère (3), et

une étape de revêtement pour revêtir les catalyseurs sur les surfaces des parties du film d'électrolyte solide en polymère, qui sont présentes dans les trous traversants formés dans les deux bases et les surfaces externes des deux bases pour former de la sorte des couches de catalyseur (12, 22) pour favoriser la réaction électrolytique de gaz externe ou de molécules de liquide.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'étape d'enfouissement précitée est accomplie en enfouissant les deux bases précitées dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère précité par pressage à chaud accompli à une température supérieure à la température à laquelle ledit film d'électrolyte solide en polymère est ramolli.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'étape d'enfouissement précitée est accomplie en amenant le film d'électrolyte solide en polymère précité à absorber un solvant susceptible de gonfler ou bomber le film d'électrolyte solide en polymère précité et enfouissant ensuite les deux bases dans les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère dans un état gélifié par pression.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le solvant précité est un solvant mélangé d'un solvant organique et d'eau.

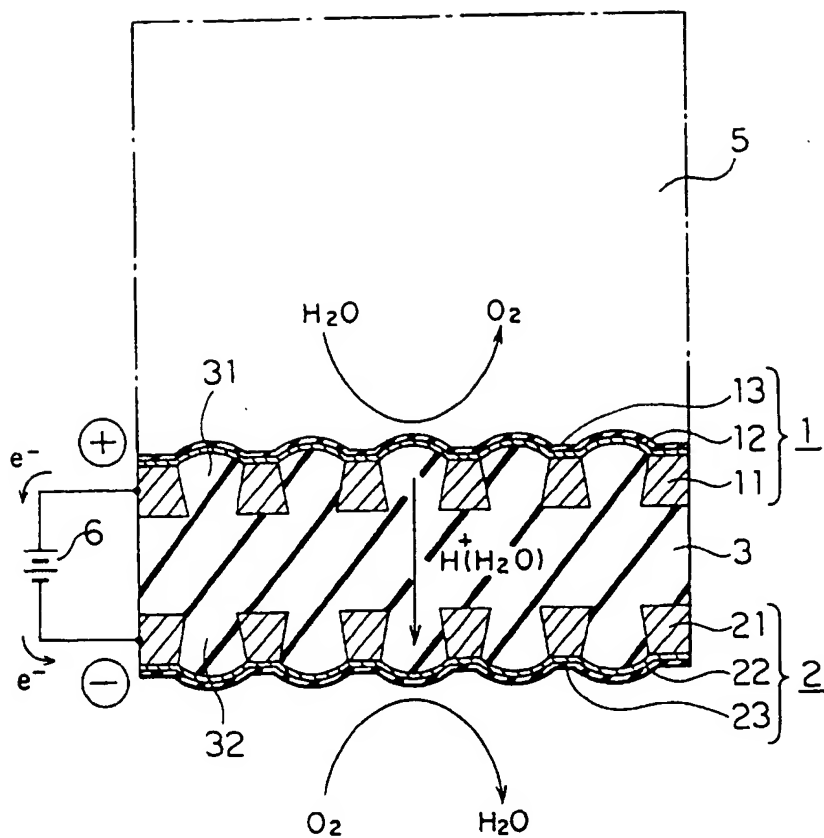
19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'étape d'enfouissement est accomplie, avant le pressage précité, en agencant des feuilles ayant des surfaces rugueuses sur les surfaces externes des deux bases précitées qui sont agencées sur les surfaces avant et arrière du film d'électrolyte solide en polymère précité.

20. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une étape de revêtir des films minces (13, 23) étant perméables à l'humidité et imperméables à l'eau sur les surfaces des couches de catalyseur précitées qui sont contigües à l'extérieur.

1/13

2735991

FIG. 1



2/13

FIG. 2

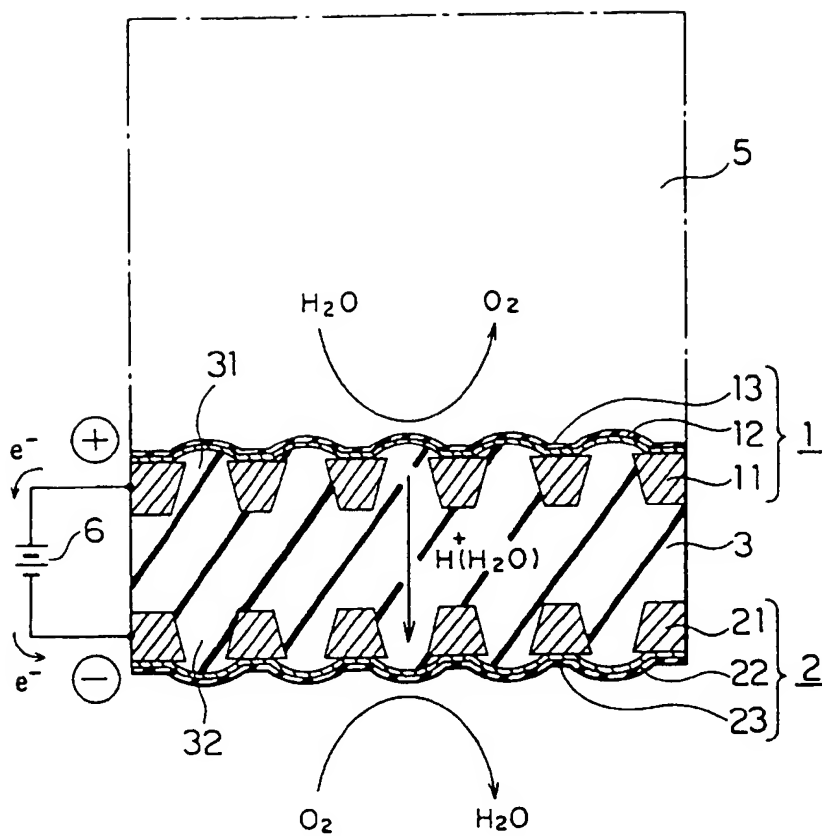


FIG. 3

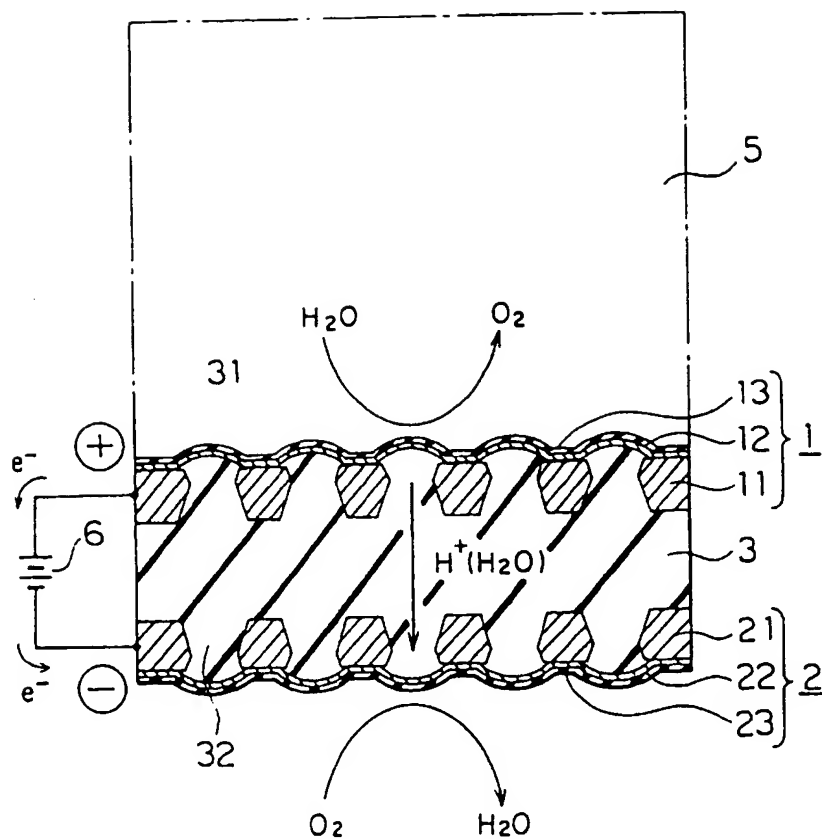


FIG. 4

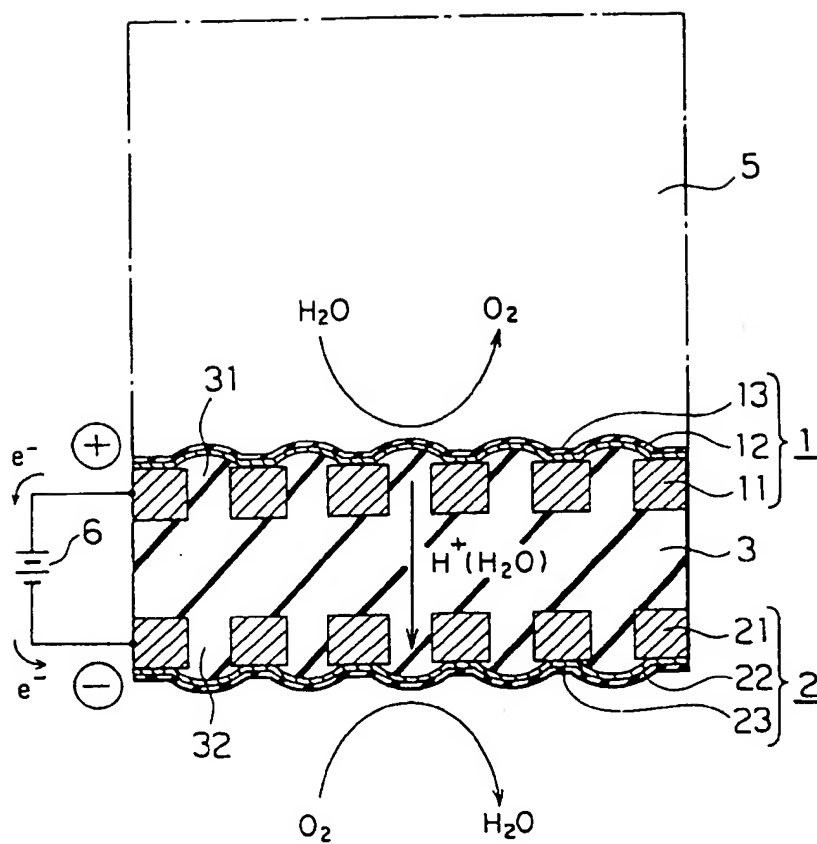


FIG. 5A

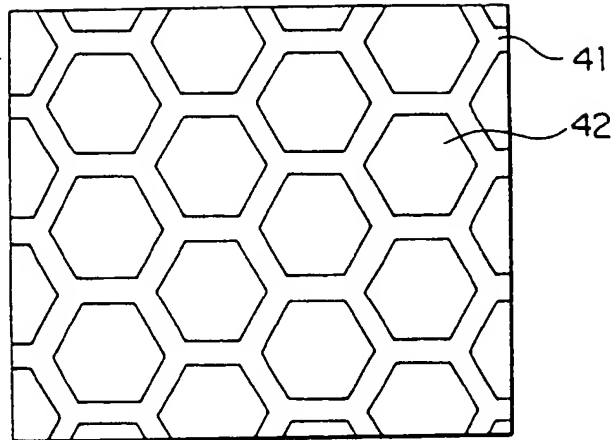
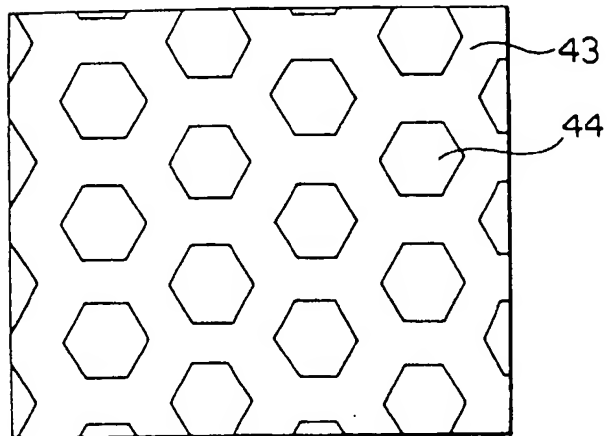


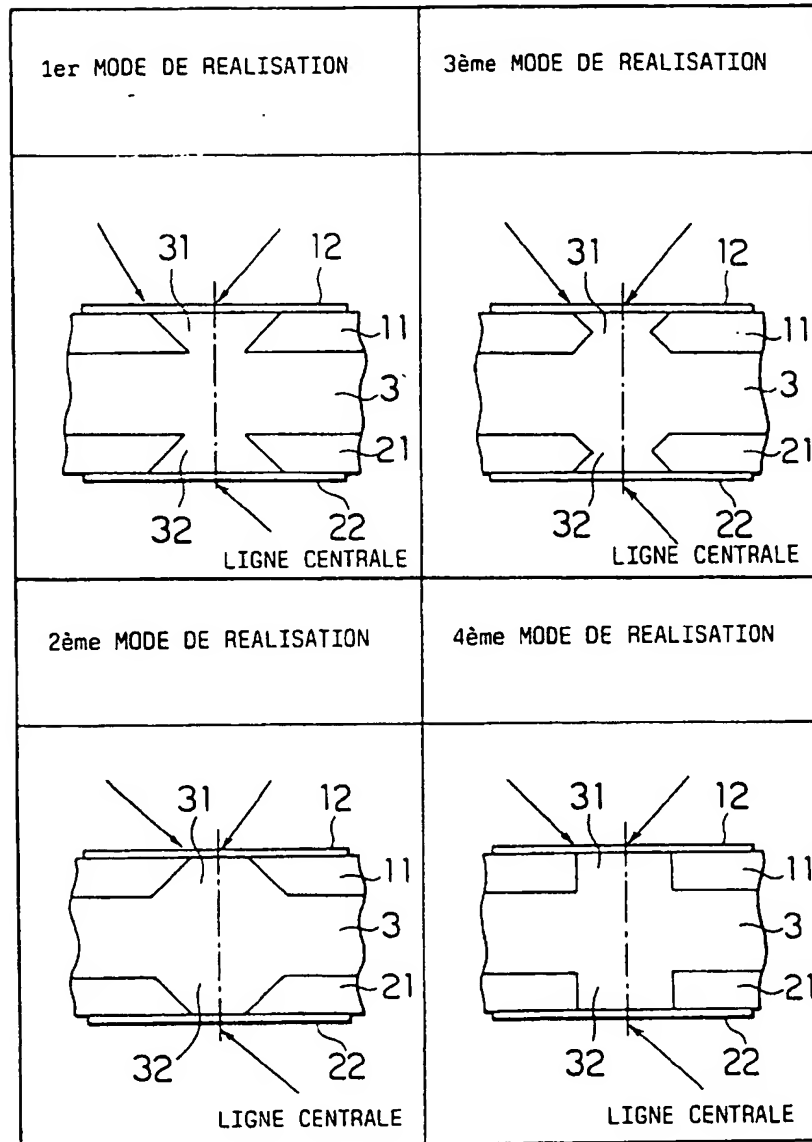
FIG. 5B



6/13

2735991

FIG. 6



7/13

FIG. 7

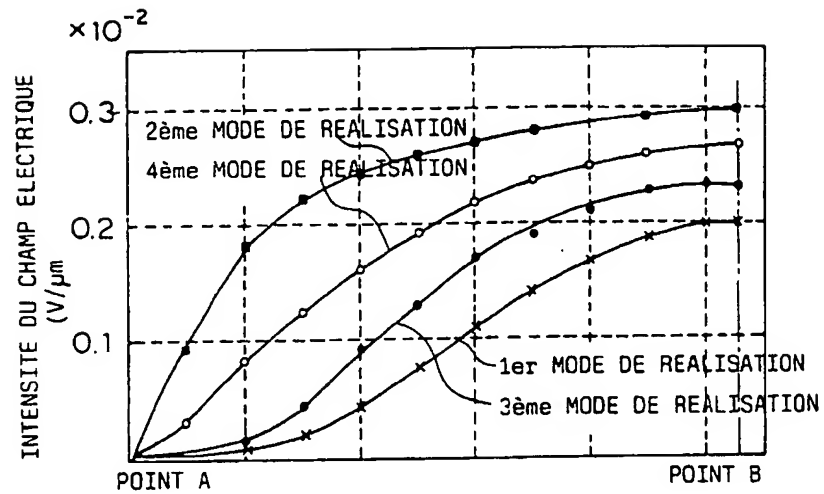
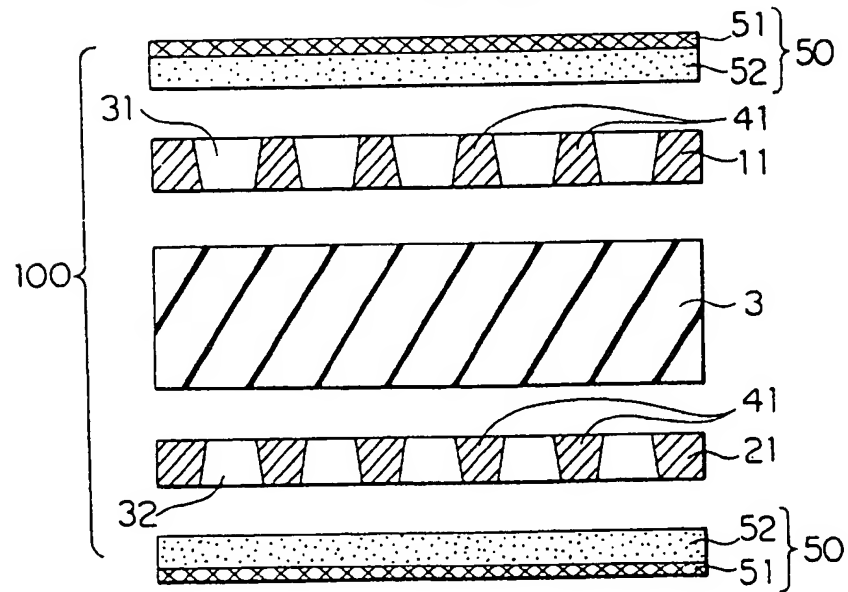


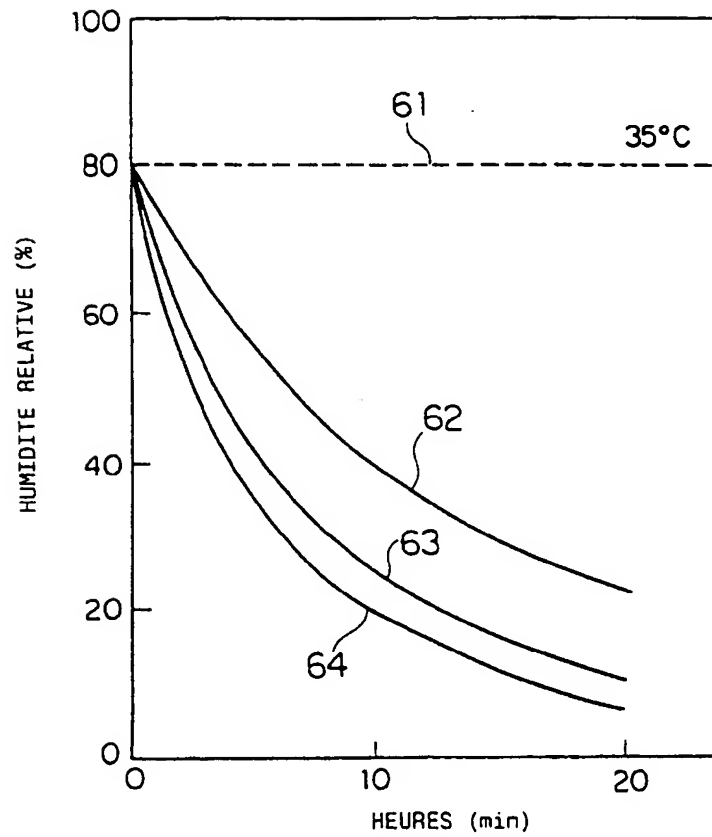
FIG. 8



8/13

2735991

FIG. 9



9/13

FIG. 10

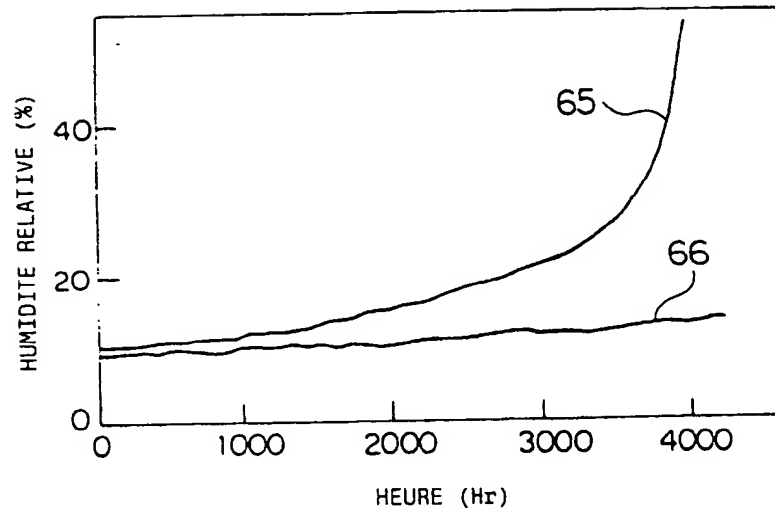
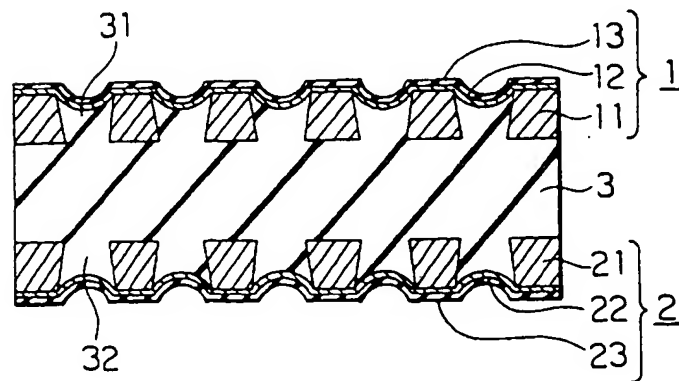


FIG. 11



10/13

FIG. 12A

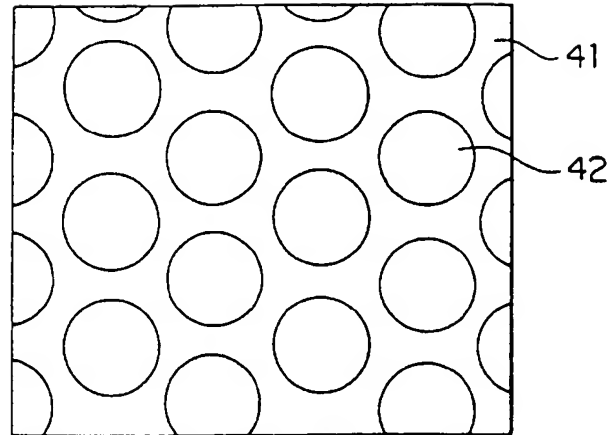
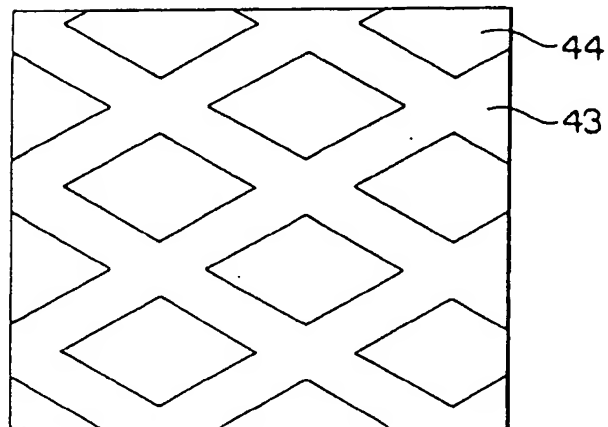


FIG. 12B



11/13

FIG. 13A

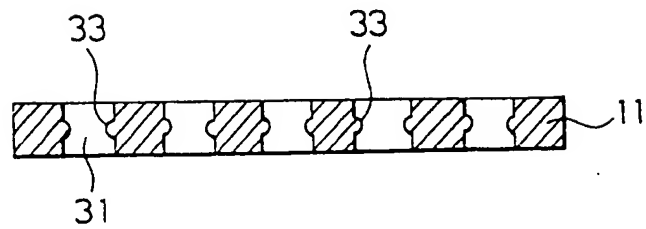
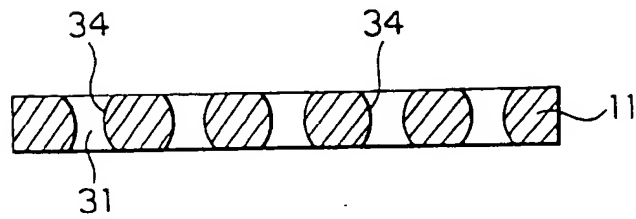


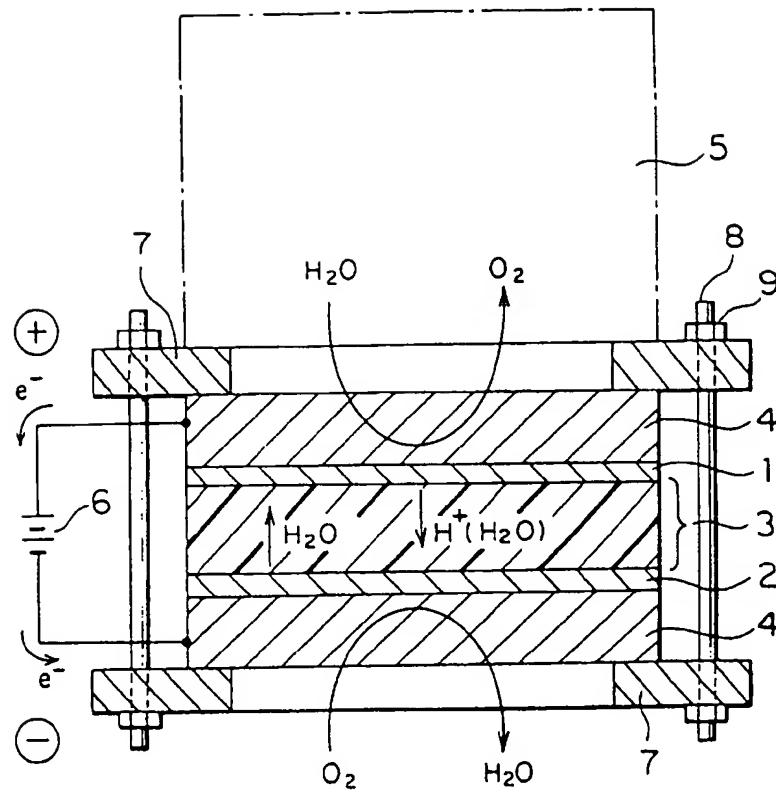
FIG. 13B



12/13

FIG. 14

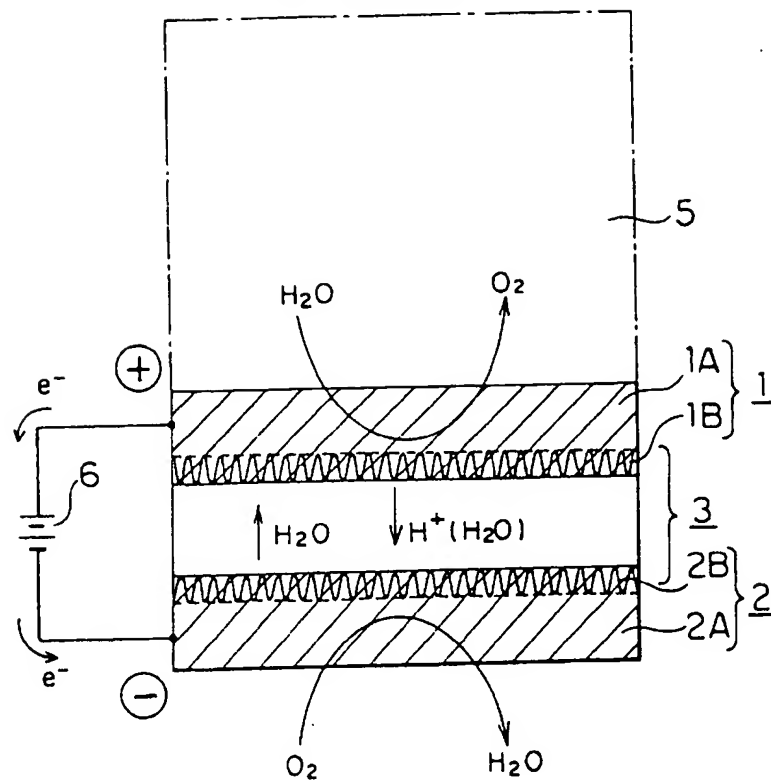
ART ANTERIEUR



13/13

FIG. 15

ART ANTERIEUR



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.